

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is  
a true copy of the following application as  
filed with this Office.

Date of Application : July 18, 2002

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 2002-208990

[ ST.10/C ]: [ JP2002-208990]

Applicant(s) : KABUSHIKI KAISHA TOPCON

June 10, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office

**Shinichiro OTA**

Certificate No.2003-3045294

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-208990

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-208990 ]

出 願 人

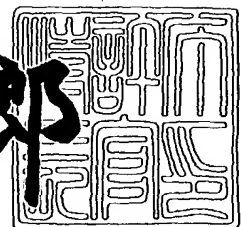
Applicant(s):

株式会社トプコン

2003年 6月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3045294

【書類名】 特許願

【整理番号】 15570

【提出日】 平成14年 7月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 37/28  
H01J 37/244

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプコン電子ビ  
ームサービス内

【氏名】 小池 紘民

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプコン内

【氏名】 木村 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 000220343

【氏名又は名称】 株式会社トプコン

【代理人】

【識別番号】 100082670

【弁理士】

【氏名又は名称】 西脇 民雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100114454

【弁理士】

【氏名又は名称】 西村 公芳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712239

【包括委任状番号】 0011707

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査形電子顕微鏡

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビームを放射する電子源と、放射された電子ビームを試料上に集束する対物レンズ系と、集束された電子ビームを試料上で走査する走査系と、前記試料から放出される2次電子を検出する2次電子検出系と、前記2次電子検出系からの2次電子検出信号を用いて前記試料の2次電子像を表示する2次電子像表示系とを有する走査形電子顕微鏡において、

前記対物レンズ系は、第1対物レンズと第2対物レンズとから構成され、該第1対物レンズは前記電子源に近い側に設けられ、前記第2対物レンズは前記試料に近い側に設けられると共に前記第1対物レンズに隣接して配置され、前記対物レンズ系の電子源側に前記走査系を構成する走査コイル又は走査偏向電極と前記2次電子検出系を構成する2次電子検出器とが設置され、広視野モードで使用する場合には、前記第1対物レンズを主励磁し、高分解モードで使用する場合には、前記第2対物レンズを主励磁することを特徴とする走査形電子顕微鏡。

【請求項2】 広視野モードで使用する場合に、前記第1対物レンズを主励磁するとともに、前記第2対物レンズを前記第1対物レンズの励磁方向と逆方向に従的に励磁し、軸外色収差を打ち消すことを特徴とする請求項1記載の走査形電子顕微鏡。

【請求項3】 前記第1対物レンズと前記第2対物レンズとの少なくとも一方が、複数の励磁コイルで形成されていることを特徴とする請求項1記載の走査形電子顕微鏡。

【請求項4】 主励磁されていない対物レンズの複数の励磁コイルは互いに逆方向に励磁され、合成された起磁力が略ゼロとなるように構成され、モードを変更した場合でも熱変化が生じにくい構成とされていることを特徴とする請求項3に記載の走査形電子顕微鏡。

【請求項5】 前記第1対物レンズは2個一対の分割コイルが前記対物レンズ系の主軸方向に間隔を開けて二組設けられ、一方の分割コイル組と他方の分割コイル組との間にヨークが介在され、広視野モードで使用する場合には、一方の分割

コイル組の各分割コイルに同方向の起磁力を発生させると共に、他方の分割コイル組の各分割コイルに同方向の起磁力を発生させるが前記一方の分割コイル組の発生する起磁力とは逆方向の起磁力を発生させ、高分解能モードで使用する場合には2個一対となっている各分割コイルに互いに逆向きの起磁力を発生させて前記第1対物レンズの起磁力を打ち消すことを特徴とする請求項1に記載の走査形電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広視野モード（大面積検査モード）と高分解能モード（高分解能観察モード）とを兼ね備えた走査形電子顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、LSIの微細化の加速により、250nmのデザインルール以下では、パターン寸法が露光波長を下回り、近接効果補正や位相シフト・マスク等の超解像技術が要求されてきている。このような状況下でのプロセス管理としては、パターンの線幅のみを管理していた従来の1次元測長方法では意味が無くなり、パターンの2次元、3次元の管理が要求されてきている。プロセス管理にはスループットが重要な要因であり、マスクやレジストパターンの大面積を短時間で測定し、基準パターンやCADデータとの比較を行う方法が要求されている。このためには、20-50nmの分解能で、1000-2000 $\mu$ m平方の大面積の走査ができる走査形電子顕微鏡が要求されている。一般に、チップの面積は一辺で10-20mmであり、パターン検査ではスループットを向上させるために、分解能は多少犠牲にしても、できるだけ広い面積をひずみ無く観察する必要がある、長焦点距離の対物レンズが適している。

【0003】

一方、マスクやレジストパターンに欠陥があったときは、不良解析、原因究明のために、その部分を高分解能で詳細に観察する必要がある、このためには、3-5nmオーダーの高分解能の走査形電子顕微鏡が要求され、従って、短焦点距離

の対物レンズが望ましい。しかしながら、短焦点距離のレンズでは広い面積をひずみ無く走査することは困難である。すなわち、この2つの要求は相反している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、実用的にはスループットを考慮すると、電子線と比較して、レーザー光を利用した従来の光の検査方式の方が遙かに早い。しかしながら、光の分解能は波長による限界があり、紫外線を利用した場合でも現状では50-100nmが限界である。

【0005】

電子顕微鏡を用いるメリットは、光の分解能以下の分解能、すなわち、50nm以下の分解能を得ることができる点にあり、図5に示すように、光の分解能以下の50nmの分解能を得るためには、WDは分解能50-70nm以下が望ましい。

【0006】

また、図5から明らかなように、電子線を利用することにより1nmの分解能が得られるが、電子線といえども対物レンズと試料間の距離（ワーキングディスタンス（WD））が近くないと高分解能が得られない。

【0007】

例えば、1個の対物レンズを用いて、5nmの分解能を維持するためには、ワーキングディスタンスWDを図5に示すようにほぼ7nm以下にする必要がある。従って、対物レンズをできるだけ試料に近づける必要がある。

【0008】

しかしながら、通常の測長SEM（CD-SEM）の対物レンズでは、WD=7nmで1mmの広視野を走査するためには非点、湾曲、歪み等の各収差を走査に連動して動的に調整する必要があるが、この状態では、歪み収差が1mmに達し、補正回路に大幅な負担が掛かるとともに、補正しきれないという問題が発生する。無理矢理補正したとしても操作・調整が煩雑になるとともにコストも高くなる。補正困難な軸外色収差に到っては150nm近くなる。一方、ワーキングディスタンスWDを長くすると軸外色収差が大きくなり、5nmの分解能は維持できなくなる。

## 【0009】

このように、マスクから転写したウエハー上のパターンを検査する走査形電子顕微鏡では、互いに相反する大面積検査機能と、高分解能観察機能を両立させるには、走査形電子顕微鏡の一個の対物レンズではカバーしきれない。

## 【0010】

なお、図5は加速電圧3kVで、試料の電位が $E = -2.5\text{kV}$ の時の分解能と試料から対物レンズ中心までの距離との関係を示すグラフ図である。

## 【0011】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、光軸方向に隣接して2個以上の対物レンズを設け、大面積の走査の時は試料から離れた長焦点距離の対物レンズを使用し、高分解能観察に際しては試料に近い短焦点距離の対物レンズを使用することにより、互いに相反する要求を克服することのできる走査型電子顕微鏡を提供することにある。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の走査形電子顕微鏡は、電子ビームを放射する電子源と、放射された電子ビームを試料上に集束する対物レンズ系と、集束された電子ビームを試料上で走査する走査系と、前記試料から放出される2次電子を検出する2次電子検出系と、前記2次電子検出系からの2次電子検出信号を用いて前記試料の2次電子像を表示する2次電子像表示系とを有する走査形電子顕微鏡において、前記対物レンズ系は、第1対物レンズと第2対物レンズとから構成され、該第1対物レンズは前記電子源に近い側に設けられ、前記第2対物レンズは前記試料に近い側に設けられると共に前記第1対物レンズに隣接して配置され、前記対物レンズ系の電子源側に前記走査系を構成する走査コイル又は走査偏向電極と前記2次電子検出系を構成する2次電子検出器とが設置され、広視野モードで使用する場合には、前記第1対物レンズを主励磁し、高分解モードで使用する場合には、前記第2対物レンズを主励磁することを特徴とする。

## 【0013】

請求項2に記載の走査形電子顕微鏡は、広視野モードで使用する場合に、前記



第 1 対物レンズを主励磁するとともに、前記第 2 対物レンズを前記第 1 対物レンズの励磁方向と逆方向に従的に励磁し、軸外色収差を打ち消すことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の走査形電子顕微鏡は、前記第 1 対物レンズと前記第 2 対物レンズとの少なくとも一方が、複数の励磁コイルで形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の走査形電子顕微鏡は、主励磁されていない対物レンズの複数の励磁コイルは互いに逆方向に励磁され、合成された起磁力が略ゼロとなるように構成され、モードを変更した場合でも熱変化が生じにくい構成とされていることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の走査形電子顕微鏡は、前記第 1 対物レンズは 2 個一対の分割コイルが前記対物レンズ系の主軸方向に間隔を開けて二組設けられ、一方の分割コイル組と他方の分割コイル組との間にヨークが介在され、広視野モードで使用する場合には、一方の分割コイル組の各分割コイルに同方向の起磁力を発生させると共に、他方の分割コイル組の各分割コイルに同方向の起磁力を発生させるが前記一方の分割コイル組の発生する起磁力とは逆方向の起磁力を発生させる。そして、高分解能モードで使用する場合には 2 個一対となっている各分割コイルに互いに逆向きの起磁力を発生させて前記第 1 対物レンズの起磁力を打ち消すことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

(実施例 1)

図 1 は、本発明の実施例 1 に係わる走査形電子顕微鏡の構成図である。この図 1 において、1 は電子源、2 はコンデンサレンズとして機能するコンデンサコイル、3 は第 1 ターゲット板、4 は第 1 検出器、5 は第 1 偏向系、6 は第 2 ターゲット板、7 は第 2 検出器、8 は第 2 偏向系、9 は対物レンズ系、10 は試料である。

る。

#### 【0018】

電子源1から発射された電子は、コンデンサコイル2で集められ、第1ターゲット板3を通過して、第1偏向系5に導かれ、第1偏向系5により所定の角度に偏向されて、第2ターゲット板6を通過し、第2偏向系8により所定の角度に偏向されて、対物レンズ系9に導かれる。なお、その第1偏向系5、第2偏向系8は例えば走査コイル又は走査偏向電極から構成されている。

#### 【0019】

対物レンズ系9は第1対物レンズ11と第2対物レンズ12とから構成されている。第1対物レンズ11の中心から試料10までのワーキングディスタンスWD1は例えば約50mmであり、第2対物レンズ12の中心から試料10までのワーキングディスタンスWD2は例えば約7mmであり、第1対物レンズ11と第2対物レンズ12とは互いに隣接して配設されている。

#### 【0020】

その第1対物レンズ11はヨーク11aと励磁コイル11bとから構成され、第2対物レンズ12はヨーク12aと励磁コイル12bとから構成されている。なお、その図1において、符号G1はヨーク11a間のギャップ、符号G2はヨーク12a間のギャップをそれぞれ示す。試料10には例えば-2.5KVの負荷電位Eが印加されている。

#### 【0021】

第1偏向系5と第2偏向系8とは電子ビームを走査する走査系を構成し、第1ターゲット板3と第1検出器4とは二次電子を検出する二次電子検出系を構成し、第2ターゲット板6と第2検出器7とは反射電子を検出する反射電子検出系を構成している。

#### 【0022】

その二次電子検出系、反射電子検出系は対物レンズ系9よりも電子源1に近い側に配設されている。

#### 【0023】

この走査形電子顕微鏡では、高分解能モードで試料10を走査するときには、

第2対物レンズ12の励磁コイル12bが励磁されかつ第1対物レンズ11の励磁コイル11bは励磁されない。また、広視野モードで試料10を走査するときには、第2対物レンズ12の励磁コイル12bは励磁されずかつ第1対物レンズ11の励磁コイル11bが励磁される。

## 【0024】

対物レンズ系9は、電子ビームを試料10に集束しつつ照射する。試料10には負荷電位が印加されているので、この電子ビームの走査によりその試料10から二次電子、反射電子が急速に対物レンズ系9の主軸Qに沿って飛び出す。反射電子は二次電子よりも散乱角度が大きいので第2ターゲット板6に当たり、第2ターゲット板6から放出される二次電子が第2検出器7により検出される。また、二次電子は第1ターゲット板3に当たり、第1ターゲット板3から放出される二次電子が第1検出器4により検出される。その第1検出器4、第2検出器7の検出出力は二次電子、反射電子像を表示する表示系13に入力される。

## 【0025】

この実施例1によれば、広視野モードで試料10を走査する第1対物レンズ11と高分解能モードで試料10を走査する第2対物レンズ12とを隣接して配設したので、互いに相反する大面積検査機能と、高分解能観察機能とを両立させることができる。

## 【0026】

なお、この実施例1では、広視野モードで試料10を走査するときには第1対物レンズ11の励磁コイル11bを励磁しかつ第2対物レンズ12の励磁コイル12bを励磁しない構成とし、これに対して、高分解能モードで試料10を走査するときには第2対物レンズ12の励磁コイル12bを励磁しかつ第1対物レンズ11の励磁コイル11bを励磁しない構成としたが、さらに広視野モードで試料10を走査するときには第2対物レンズ12の励磁コイル12bを第1対物レンズ11の第1励磁コイル11bの励磁による磁力線の向きとは逆方向の向きの磁力線が発生するように構成することにより、軸外色収差を打ち消す構成とすることもできる。

(変形例1)

図2は第1対物レンズ11の一部を構成するヨーク11aと第2対物レンズ12の一部を構成するヨーク12aとの共用化を図ると共に、第1対物レンズ11の一部を構成する励磁コイル11bを一对の分割コイル11cと分割コイル11dとから構成し、かつ、第2対物レンズ12の一部を構成する励磁コイル12bを一对の分割コイル12cと分割コイル12dとから構成したものである。

【0027】

この図2に示す対物レンズ系9の場合、以下に説明するように、各対物レンズ11、12を共に励磁する。

【0028】

すなわち、広視野モードで試料10を走査するときには第1対物レンズ11の分割コイル11cによる磁力線の向き（起磁力の向き）と分割コイル11dによる磁力線の向き（起磁力の向き）とが同方向になるように各分割コイル11c、11dが励磁される一方、第2対物レンズ12の分割コイル12cによる磁力線の向き（起磁力の向き）と分割コイル12dによる磁力線の向きと（起磁力の向き）が逆方向になるように各分割コイル12c、12dが励磁される。

【0029】

これに対して、高分解能モードで試料10を走査するときには第2対物レンズ12の分割コイル12cによる磁力線の向き（起磁力の向き）と分割コイル12dによる磁力線の向き（起磁力の向き）とが同方向になるように各分割コイル12c、12dが励磁される一方、第1対物レンズ11の分割コイル11cによる磁力線の向き（起磁力の向き）と分割コイル11dによる磁力線の向き（起磁力の向き）とが逆方向になるように各分割コイル11c、11dが励磁される。

【0030】

このように、広視野モードのときには第1対物レンズ11の各分割コイル11c、11dの起磁力の向きを同方向とする一方、第2対物レンズ12の各分割コイル12c、12dの起磁力の向きを逆方向とし、これに対して、高分解能モードのときには第2対物レンズ12の各分割コイル12c、12dの起磁力の向きを同方向とする一方第1対物レンズの11の各分割コイル11c、11dの起磁力の向きを逆方向とすれば、広視野モードのときには第2対物レンズ12の起磁

力が互いに打ち消され、一方、高分解能モードのときには第1対物レンズ11の起磁力が互いに打ち消されるので、しかも、広視野モード、高分解能モードのいずれの動作モードの場合にも各励磁コイルには電流が流れ続けているので、広視野モードと高分解能モードとの間でのモード切替に際して、熱的变化を抑制できることになり、画像の安定性を図ることができる。

(変形例2)

図3は第1対物レンズ11と第2対物レンズ12とを親子レンズにより構成したもので、この変形例2では第1対物レンズ11を第2対物レンズ12と同心に配設し、第1対物レンズ11と第2対物レンズ12とをより一層隣接させる構成としたものである。

(実施例2)

図4は本発明の実施例2に係わる走査形電子顕微鏡の構成図である。

この実施例2では、第1対物レンズ11の一部を構成するヨーク11aは2個のギャップを有する。その第1対物レンズ11の励磁コイル11bは4個の分割コイル11c、11c'、11d、11d'から構成され、第2対物レンズ12の一部を構成する励磁コイル12bは変形例1と同様に分割コイル12c、12dから構成されている。

【0031】

その分割コイル11cと分割コイル11c'とは一対とされて一方の分割コイル組を構成し、その分割コイル11dと分割コイル11d'とは一対とされて他方の分割コイル組を構成している。この一方の分割コイル11c、11c'の組と他方の分割コイル11d、11d'の組との間に中間ヨーク11eが存在している。

【0032】

この実施例2によれば、変形例1と同様に、第2対物レンズ12の各分割コイル12c、12dに同方向に電流を流すと起磁力が合成されて、実施例1と同様に1個の対物レンズとして作用する。一方、第1対物レンズ11の各分割コイル11c、11c'に互いに逆方向の電流を流すと共に、各分割コイル11d、11d'に互いに逆方向の電流を流すと、第1対物レンズ11の起磁力が0になる

【0033】

従って、短焦点の高分解能レンズの対物レンズ系9として作用させるためには、第1対物レンズ11の一对の分割コイル11c、11c'を互いに逆向きに励磁して起磁力を0にすると共に、一对の分割コイル11d、11d'を互いに逆向き励磁にして起磁力を零とし、第2対物レンズ12の分割コイル12c、12dに同方向に電流を流せば良い。

【0034】

これに対して、広視野観察の場合には、第2対物レンズ12の起磁力を零にするため、第2対物レンズの分割コイル12c、12dに電流を逆方向に流す。一方、第1対物レンズ11の一对の分割コイル11c、11c'には同方向の電流を流し、起磁力を発生させる。また、第1対物レンズ11の一对の分割コイル11d、11d'には同方向の電流ではあるが、分割コイル11c、11c'に流す電流の方向とは逆方向に電流を流して、逆向きの起磁力を発生させる。

【0035】

このように構成すると、第1対物レンズ11は2個のギャップG3、G4を持つので、広視野モードで試料10を走査するときに、軸外色収差を減少させることができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成したので、互いに相反する広視野モードと高分解能モードとを兼ね備えた走査形電子顕微鏡を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1に係わる走査形電子顕微鏡の概要図である。

【図2】 図1に示す対物レンズ系の変形例1の説明図である。

【図3】 図1に示す対物レンズ系の変形例2の説明図である。

【図4】 本発明の実施例2に係わる走査形電子顕微鏡の概要図である。

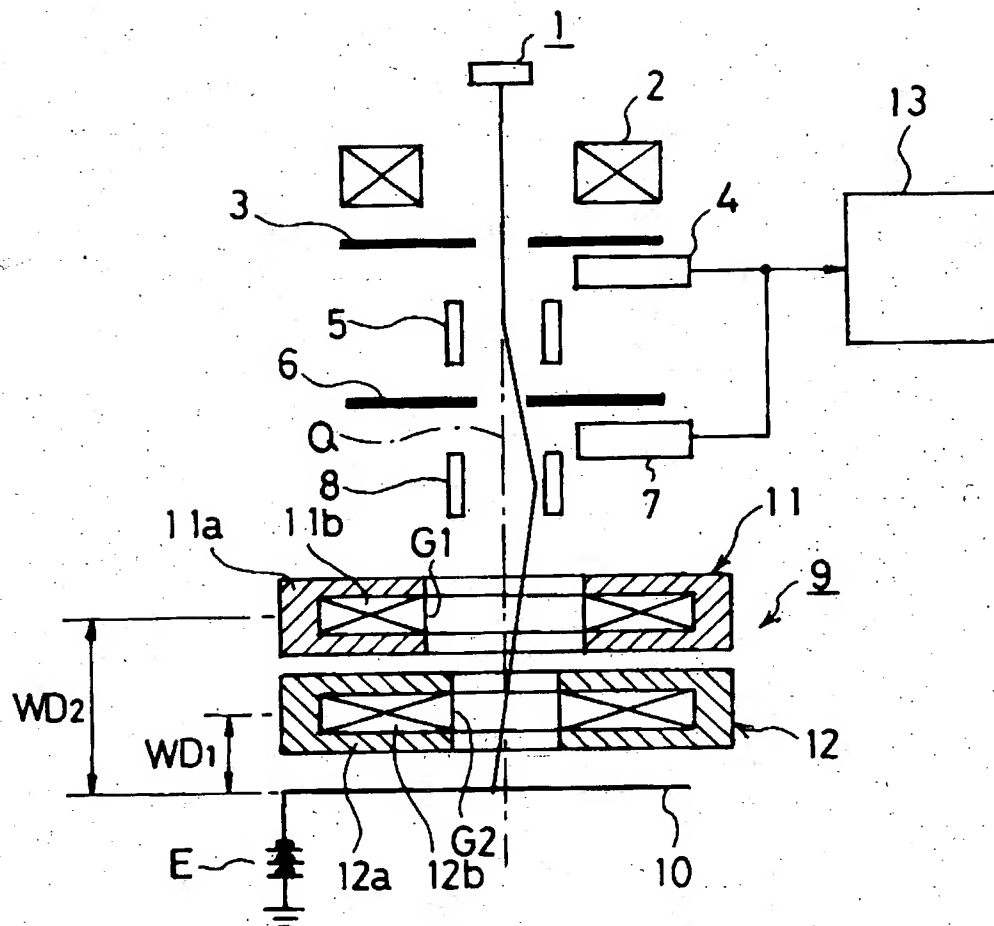
【図5】 ワーキングディスタンスと分解能との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

- 1 … 電子源
- 3 … ターゲット板 (二次電子検出系)
- 4 … 第 1 検出器 (二次電子検出系)
- 5 … 第 1 偏向系 (走査系)
- 8 … 第 2 偏向系 (走査系)
- 9 … 対物レンズ系
- 1 0 … 試料
- 1 1 … 第 1 対物レンズ
- 1 2 … 第 2 対物レンズ
- 1 3 … 表示系

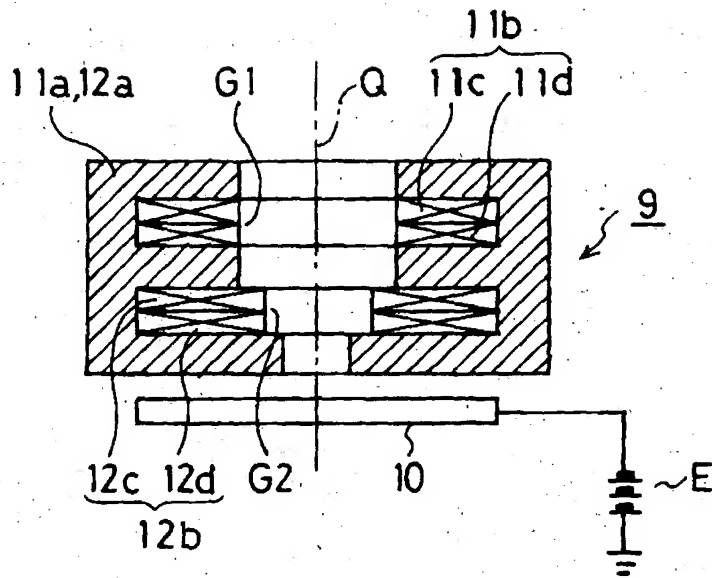
【書類名】 図面

【図 1】

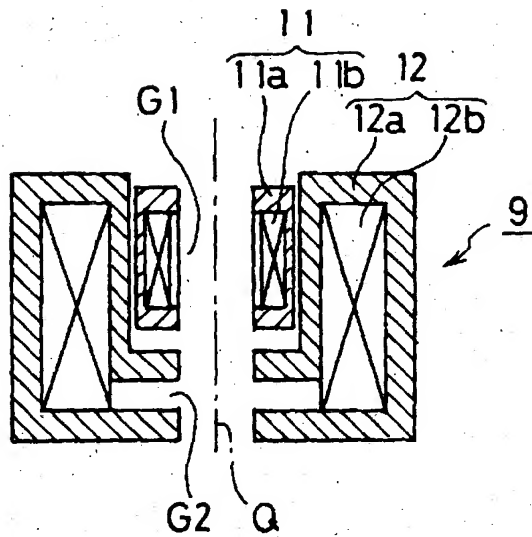




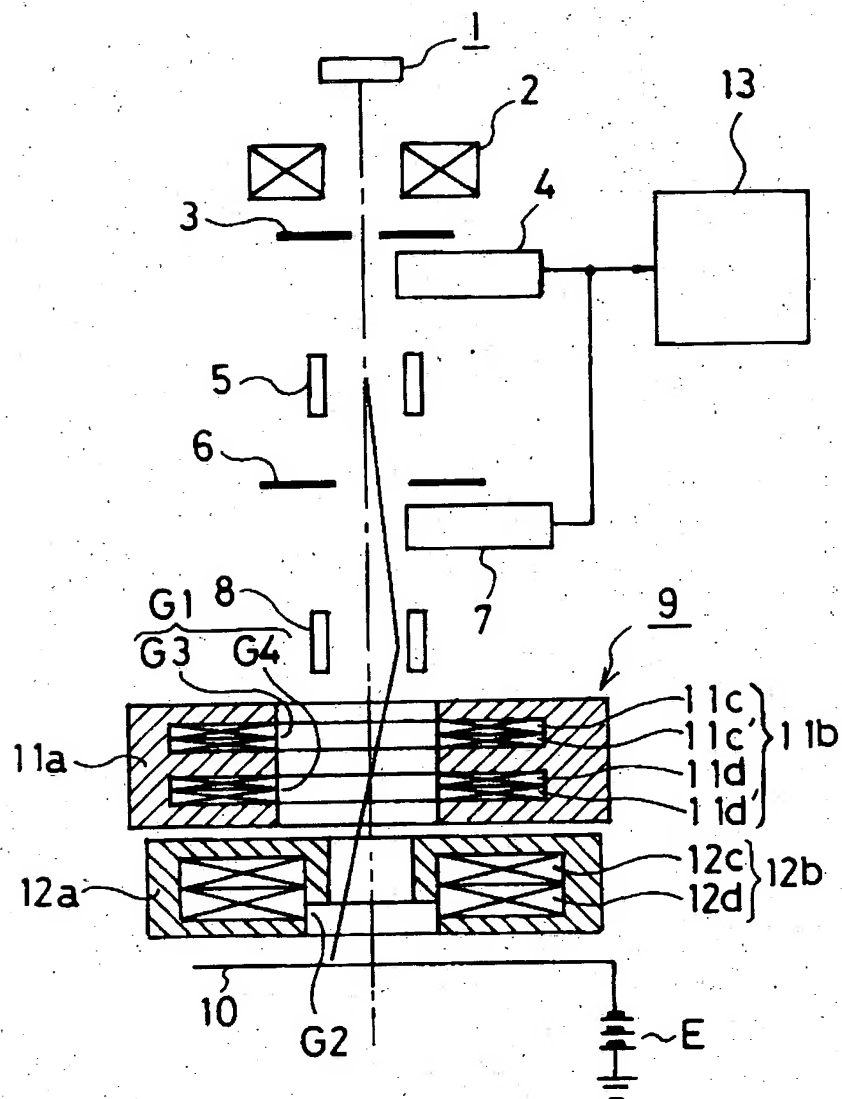
【図2】



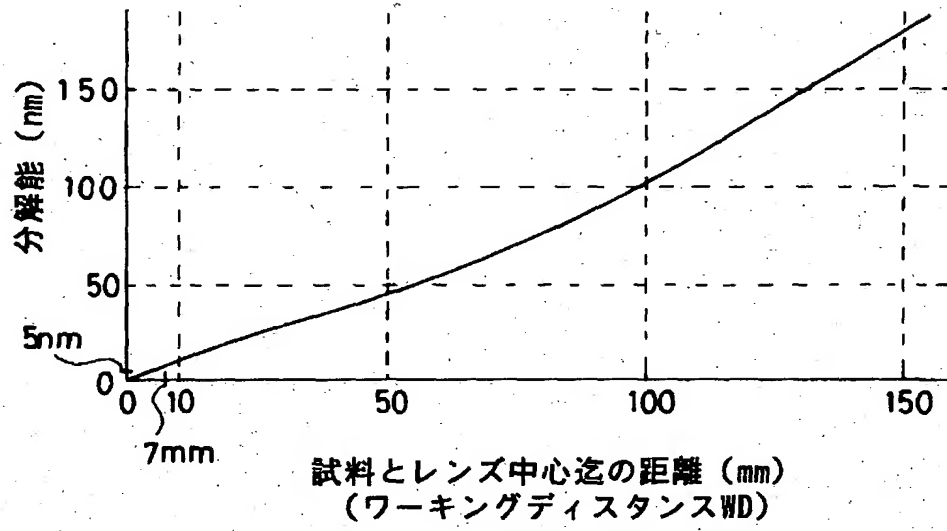
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光軸方向に隣接して2個以上の対物レンズを設け、大面積の走査の時は試料から離れた長焦点距離の対物レンズを使用し、高分解能観察に際しては試料に近い短焦点距離の対物レンズを使用することにより、互いに相反する要求を克服することのできる走査型電子顕微鏡を提供する。

【解決手段】

本発明の走査形電子顕微鏡は、電子ビームを放射する電子源1と、放射された電子ビームを試料10上に集束する対物レンズ系9と、集束された電子ビームを試料上で走査する走査系5、8と、試料10から放出される2次電子を検出する2次電子検出系3、4と、2次電子検出系からの2次電子検出信号を用いて試料10の2次電子像を表示する2次電子像表示系13とを有する走査形電子顕微鏡において、対物レンズ系9は、第1対物レンズ11と第2対物レンズ12とから構成され、第1対物レンズ11は電子源1に近い側に設けられ、第2対物レンズ12は試料10に近い側に設けられると共に第1対物レンズ11に隣接して配置され、対物レンズ系9の電子源側に走査系5、8を構成する走査コイル又は走査偏向電極と2次電子検出系を構成する2次電子検出器4とが設置され、広視野モードで使用する場合には、第1対物レンズ11を主励磁し、高分解モードで使用する場合には、第2対物レンズ12を主励磁する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000220343]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都板橋区蓮沼町75番1号  
氏 名 株式会社トプコン